

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan KSCP
Sidang Akademik 1998/99

April 1999

ZCT 207/2 - Mekanik Statistik

Masa : [2 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab kesemua EMPAT soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Takrifkan entropi bagi suatu sistem. Nyatakan jawapan anda dalam sebutan Ω : jumlah bilangan keadaan tercapai.
(4/25)
- (b) Dapatkan formula bagi tekanan p dalam ensembel kanonik mikro.
(Panduan: $TdS = dE + pdV$)
(7/25)
- (c) Hubungan antara fungsi termodinamik E dan tekanan p adalah

$$p_j = - \left(\frac{\partial E_j}{\partial V} \right)_T$$

dan

$$E = \bar{E}_j$$

Gunakan hubungan di atas untuk membuktikan bahawa

$$E = kT^2 \left(\frac{\partial \ln Z}{\partial T} \right)_V$$

dan

$$p = kT \left(\frac{\partial \ln Z}{\partial V} \right)_T$$

...2/-

di mana $Z = \sum_j e^{-\beta \epsilon_j} \quad \left(\beta = \frac{1}{kT} \right)$

adalah fungsi pemetaan ensembel kanonik.

(14/25)

(Panduan: $\bar{E}_j = \sum_j E_j P_j$ dan $p = \sum_j p_j P_j$)

2. Di beri fungsi pemetaan bagi jasad hitam

$$\ln Z = \frac{8\pi^5 V}{45} \left(\frac{kT}{hc} \right)^3$$

- (a) Dapatkan tenaga E. (6/25)
- (b) Dapatkan haba tentu C_v . (6/25)
- (c) Dapatkan tekanan p. (6/25)
- (d) Buktikan bahawa entropi S adalah

$$S = \frac{32}{45} \frac{\pi^5 V}{(hc)^3} k^4 T^3$$

(7/25)

3. Ungkapan tenaga pepejal menurut Debye ditentukan oleh ungkapan kamiran

$$E(T) = \frac{9N\hbar}{\omega_D^3} \int_0^{\omega_D} \frac{\omega^3 d\omega}{e^{\hbar\omega/kT} - 1}$$

di mana ω_D ialah frekuensi Debye
 k adalah pemalar Boltzmann

(a) Buktikan bahawa C_v (haba tentu pepejal) menurut Debye adalah

$$C_v = 9Nk \left(\frac{T}{\theta_D} \right)^3 \int_0^{\theta_D/T} \frac{x^4 e^x}{(e^x - 1)^2} dx$$

...3/-

di mana

$$x = \beta \hbar \omega$$

$$x_D = \beta \hbar \omega_D = \frac{\theta_D}{T} \quad (\theta_D: \text{suhu Debye})$$

(11/25)

(b) Apakah nilai C_v menurut model Debye bagi kes suhu tinggi?

(7/25)

(c) Apakah nilai C_v menurut model Debye bagi kes suhu rendah?

$$(\text{Panduan: } \int_0^\infty \frac{x^4 e^x}{(e^x - 1)^2} dx = \frac{4\pi^4}{15})$$

(7/25)

4. Paras tenaga kuantum bagi satu zarah dalam kotak 3 dimensi (3-D) diberi sebagai

$$E = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2} (n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)$$

$$n_x, n_y, n_z = 1, 2, \dots$$

(a) Hitungkan $\phi(E)$: jumlah bilangan keadaan yang mempunyai tenaga kurang daripada E.

(8/25)

(b) Hitungkan $\omega(E)$ iaitu ketumpatan keadaan dan seterusnya dapatkan $\Omega(E)$ iaitu bilangan keadaan di dalam julat di antara E dan E + dE.

(8/25)

(c) Dapatkan hubungan antara tekanan p dan tenaga E bagi zarah di dalam kubus.

(9/25)